第 22 講　糖類

PART1　単糖類

目標　・糖類とは何かを知り，単糖類について学ぼう！

Chapter1　糖類の基本事項

要点

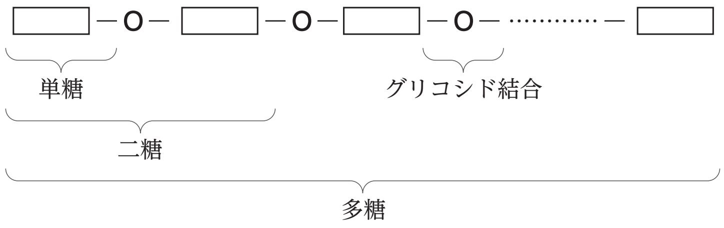
糖類の基本事項

一般式が，$C_nH_{2m}O_m$ の天然高分子化合物

◆ 糖類　重要

糖類とは，一般式が $C_nH_{2m}O_m$ の天然高分子化合物である。この一般式は $C_n(H_2O)_m$ と表すことができ，まるで「炭素 C」と「水 H_2O」からできているように見えるため，**炭水化物**ともいわれる。

高分子化合物に相当するのは多糖だが，それを構成する単糖で糖の基本を学び，二糖で糖の結合について学ぼう。



単糖間にできる結合(−O−)を，**グリコシド結合**という。

まとめ

多糖は，単糖が（　　　　　　　　）結合でつながった天然高分子化合物である。

Chapter2　グルコース①

要点

グルコース

生体内でエネルギー源になる糖。水中で，3 つの構造が平衡状態になっている。

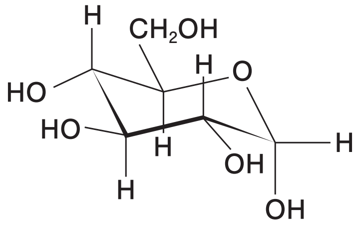
◆ 単糖類の分子式と分子量 重要

この講で扱う単糖類は，基本的に C 原子数が 6 の単糖，すなわち $C_6H_{12}O_6$（分子量 180）である。$C_6H_{12}O_6$ の分子式と分子量は即答できるようになっておこう。

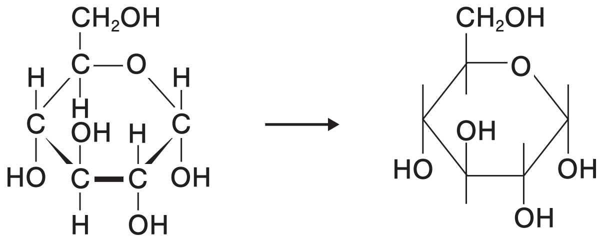
◆ グルコースと表し方 重要

グルコースはブドウ糖ともよばれ，生体内でエネルギー源になる糖である。

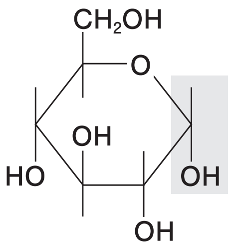
グルコースの結晶は，次のような環状構造からできている。



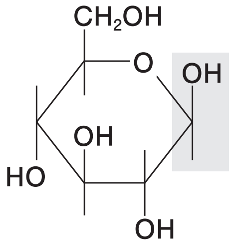
この構造式では扱いにくいため，通常，問題等では下図(左)のような構造式で与えられる。また，この講座では，それをさらに略した下図(右)のような略記で表現していく。



下のような構造において，環の一番右の C 原子に結合している−OH が下を向いていたら α-グルコース，上を向いていたら β-グルコースという。



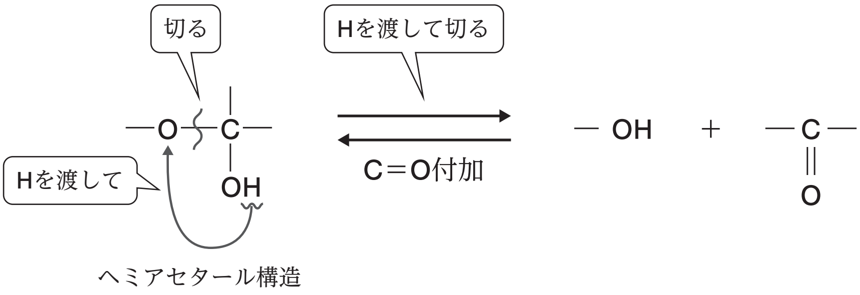
α 型



β 型

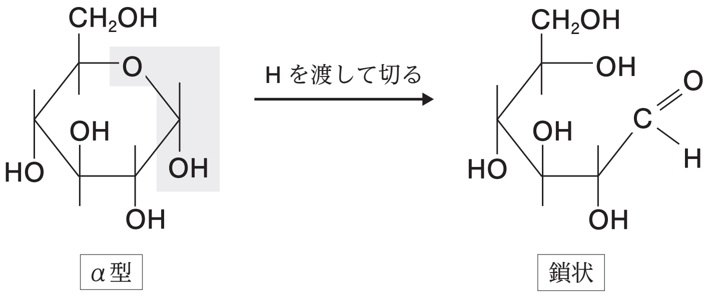
◆ ヘミアセタール構造　重要

グルコースの環状構造には極性の大きい−OH が 5 つもあるため，グルコースは水に溶解する。水に溶解したとき，鎖状構造になる糖は以下の構造(ヘミアセタール構造) をもつ。

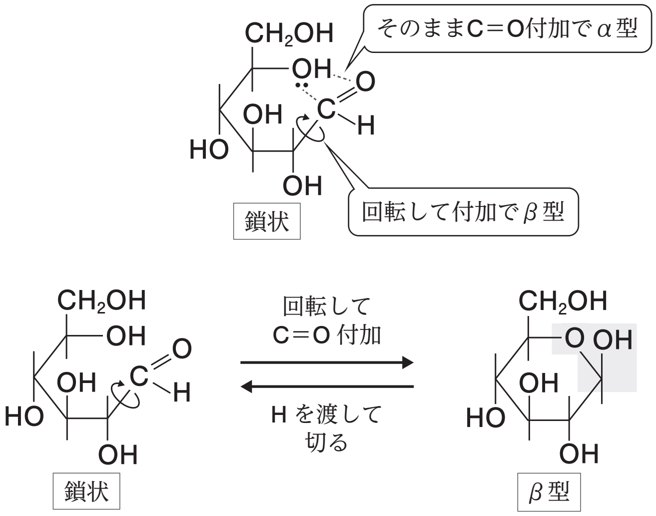


◆ グルコースの水中での平衡　重要

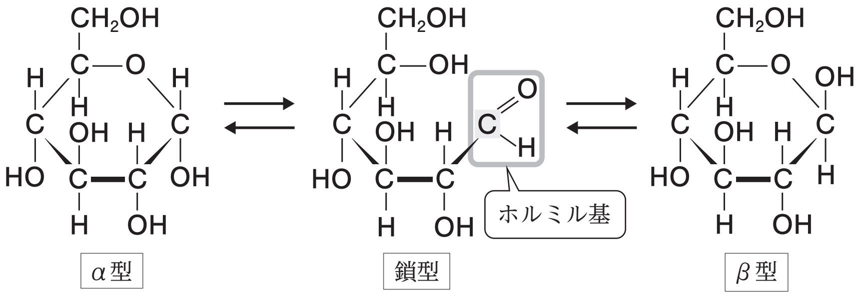
まず，α 型のヘミアセタール構造を開環してみる。



鎖状から環状になるとき，α 型に戻るときと，以下のように回転して β 型になるときが生じる。



以上より，グルコースは水中ではα型，鎖状，β型の３つが平衡状態で存在する。



鎖状構造にはホルミル基が存在するため，グルコースの水溶液は還元性を示す。

まとめ

グルコースは，水中では（　　　　）・（　　　　）・（　　　　）の３つの構造が平衡状態になっており，そのうち１つは（　　　　　）をもつため，グルコースの水溶液は還元性を示す。

Chapter3　グルコース②

要点

グルコースの定量法

糖類の定量には，フェーリング液の還元反応が利用されている。

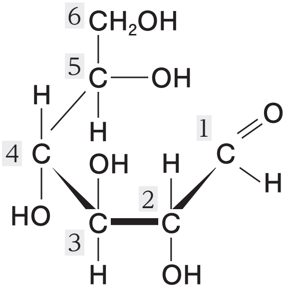
◆ C原子の番号の付け方　重要

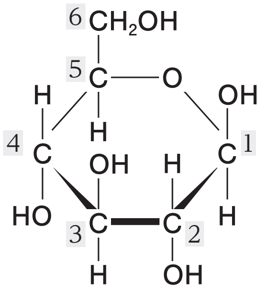
単糖を構成しているＣ原子は，以下のように１～６の番号をつけて認識する。

番号の付け方

鎖状になったとき，C＝O があるほうの末端から順に１・２・３…とつける。

グルコースでは，以下のようになる。





◆ 糖の定量法 重要

グルコースのように還元性をもつ糖は，それを利用し，フェーリング液を還元する反応で定量する。

フェーリング液の還元反応によって生じる Cu_2O の物質量とグルコースの物質量が等しくなる。

◆ アルコール発酵 重要

グルコースの水溶液にチマーゼという酵素を加えると，エタノールと二酸化炭素が生成する。これを，アルコール発酵という。

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

まとめ

グルコースの水溶液にチマーゼという酵素を加えると，(　　　　　　　　)と(　　　　　　　　)が生成する。

Chapter4　フルクトース

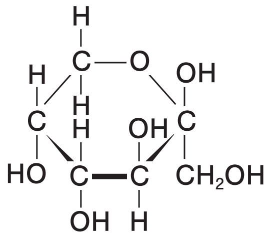
要点

フルクトース

水中で六員環と鎖状以外に，五員環も存在する。

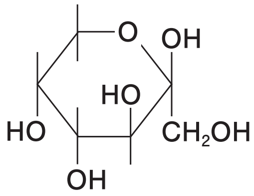
◆ フルクトース 重要

フルクトースのβ型(六員環)は以下のようである。

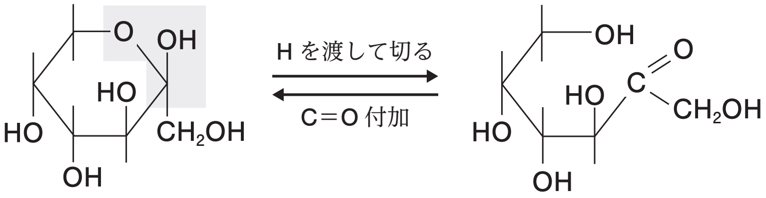


β型（六員環）

略記にすると →



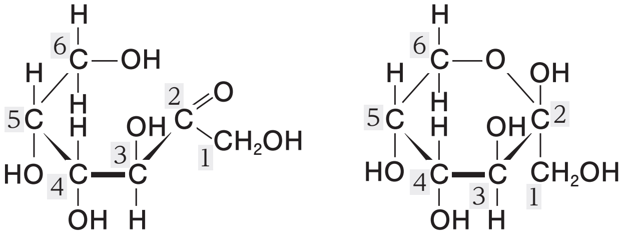
ヘミアセタール構造が存在するため，開環すると鎖状構造ができる。



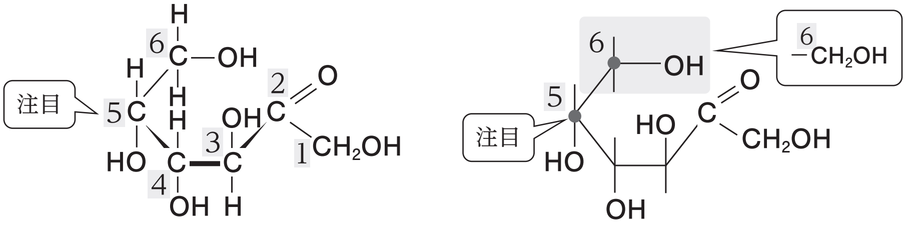
β型（六員環）　　鎖状

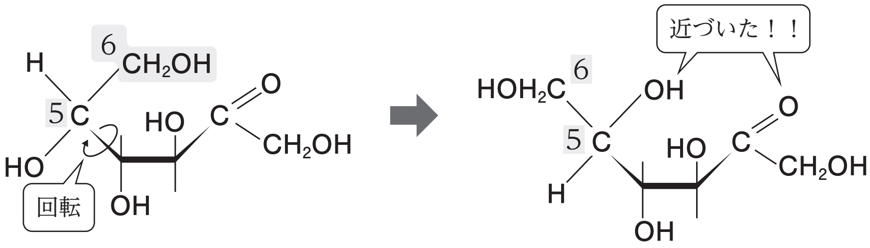
グルコース同様，α型(六員環)も存在する。

また，C 原子に番号をつけると次のようになる。

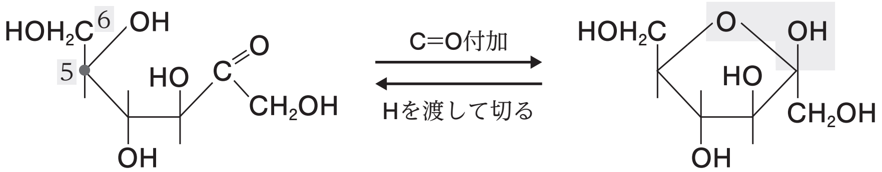


次に，５番の C 原子に結合している－OH を C＝O に近づけると，以下のようになる。



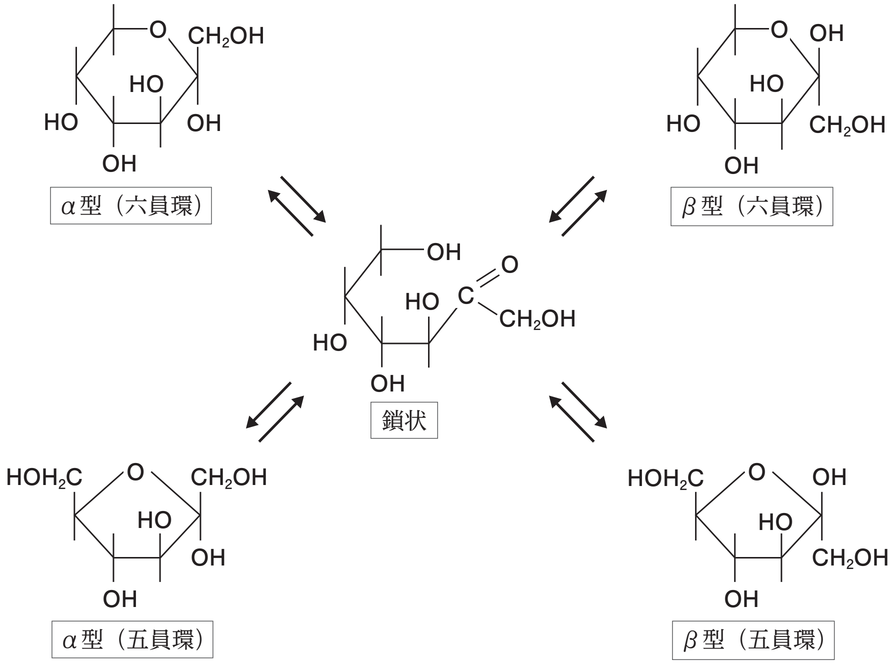


５番の－OH と C＝O が近づいたため，そのまま付加させると五員環になる。五員環にもβ型とα型が存在する。



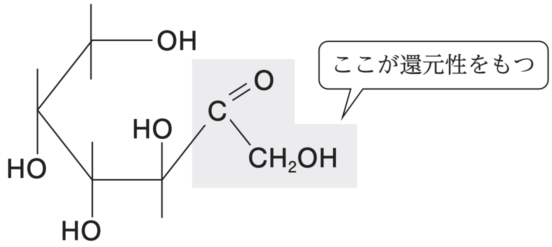
鎖状（回転済）　β型（五員環）

以上より，フルクトースは５つの構造が平衡状態になる。

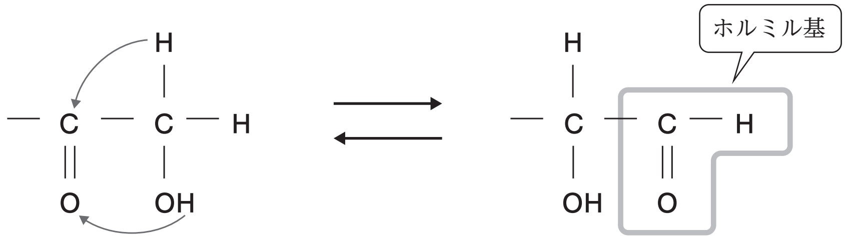


◆ フルクトースの還元性　重要

鎖状フルクトースには以下に示す，還元性を示す部分がある。



この部分は，水中でホルミル基をもつ構造と平衡状態になっているため，フルクトースの水溶液は還元性を示す。

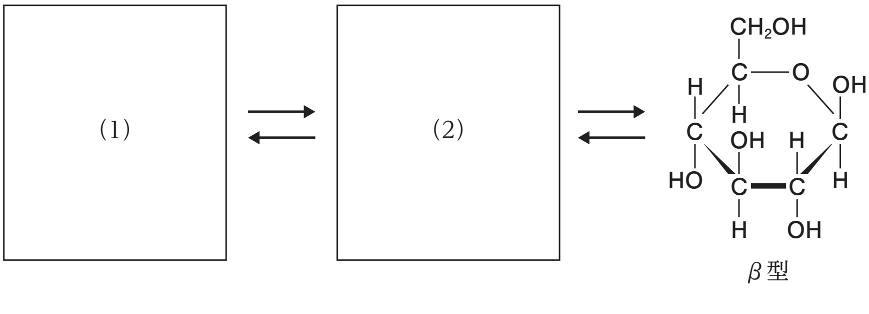


まとめ

フルクトースは水中で，鎖状以外に，六員環や（　　　　　）が平衡状態で存在している。

Chapter5　演習問題

問　グルコースの水溶液中での構造に関して，以下の平衡状態にある 3 種の構造異性体のうち，(1)と(2)に当てはまる適切な構造を記せ。



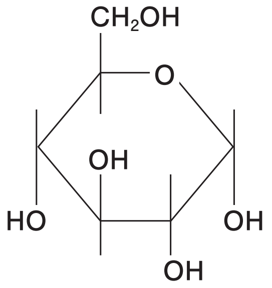
第 22 講　PART1　確認問題

問 1　グルコースは，分子量（　ア　）の単糖類の 1 つであり，ブドウ糖ともよばれ，生体内でエネルギー源になる糖である。グルコースは，水中では (a) α型・鎖状・β型の 3 つの構造が平衡状態になっており，（　イ　）のグルコースにはホルミル基が存在するため，グルコースの水溶液は還元性を示す。また，グルコースの水溶液にチマーゼという酵素を加えると，エタノールと（　ウ　）が生成し，これをアルコール発酵という。

(1)　文中の（　ア　）に当てはまる数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　120　　②　150
③　180　　④　210

(2)　文中の下線部 (a) について，次の構造はグルコースのどの構造を表したものか。最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。



①　α型　　②　鎖状
③　β型

(3) 文中の（　イ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

① α型　② 鎖状

③ β型

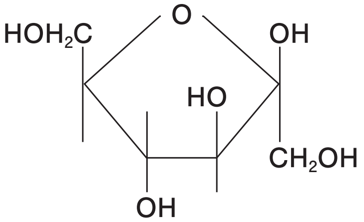
(4) 文中の（　ウ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① メタン　② 酸素

③ 二酸化炭素　④ 水素

問2 フルクトースも単糖類の１つであるが，フルクトースは水中で (a)<u>六員環と鎖状以外に，五員環も平衡状態で存在している</u>。（　ア　）のフルクトースは，水中でホルミル基をもつ構造と平衡状態になっているため，フルクトースの水溶液は還元性を示す。

(1) 文中の下線部 (a) について，次の構造はフルクトースのどの構造を表したものか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。



① α型（五員環）　② β型（五員環）

③ α型（六員環）　④ β型（六員環）

(2) 文中の（　ア　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

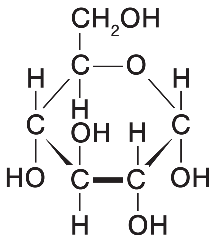
① 六員環　② 鎖状

③ 五員環

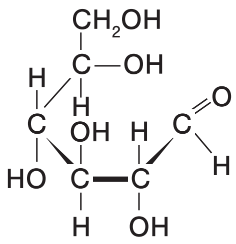
第 22 講　糖類

PART1　単糖類

問　(1)



(2)



PART2　二糖類

問　(1)　構成単糖：α-グルコース・α-またはβ-グルコース

結合部位：1,4 結合

(2)　構成単糖：α-グルコース・β-フルクトース (五員環)

結合部位：1,2 結合

(3)　構成単糖：β-グルコース・α-またはβ-グルコース

結合部位：1,4 結合

水溶液が還元性を示さないもの　(2)

PART3　多糖類（デンプン）

問　9.0g

PART4　多糖類（セルロース）

問　8.6g

第 22 講　PART1　確認問題　解答

問 1

(1)　③

解説：
グルコースは分子式 $C_6H_{12}O_6$ で表され，分子量は 180 である。

(2)　①

解説：
O を右奥に配置した六員環の，一番右の C 原子に結合している−OH が下を向いているので，記載のグルコースの構造は α 型である。

(3)　②

解説：
グルコースの鎖状構造にはホルミル基が存在するため，グルコースの水溶液は還元性を示す。

(4)　③

解説：
グルコースの水溶液にチマーゼという酵素を加えると，エタノールと二酸化炭素が生成する（アルコール発酵）。

問 2

(1)　②

解説：
2 番目の C 原子に結合している−OH が上を向いていて，五員環なので，記載のフルクトースの構造は β 型（五員環）である。

⑵　②

解説：

鎖状のフルクトースは，水中でホルミル基をもつ構造と平衡状態になっているため，フルクトースの水溶液は還元性を示す。